

0-795958

На правах рукописи



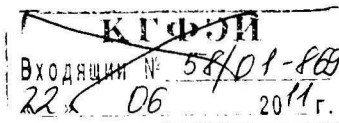
ЛЮБЧИЧ ВЯЧЕСЛАВ ВЛАДИМИРОВИЧ

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МЕТОДОВ
СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ**

Специальность 08.00.12 - Бухгалтерский учет,
статистика

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Оренбург 2011



Работа выполнена в Оренбургском государственном университете

Научный руководитель - доктор экономических наук, профессор
Афанасьев Владимир Николаевич

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Прокофьев Владимир Анатольевич

кандидат экономических наук, доцент
Перстенева Наталья Павловна

Ведущая организация - Южно-Уральский государственный
университет, г. Челябинск

Защита состоится 14 июля 2011 г. в 9 ч на заседании диссертационного
совета Д 212.214.04 при Самарском государственном экономическом
университете по адресу: ул. Советской Армии, д. 141, ауд. 319, г. Самара,
443090

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Самарского государственного экономического университета

Автореферат разослан 10 июня 2011 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КФУ



0000788221

Ученый секретарь
диссертационного совета

Леонова

Леонтьева Т.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Развитие общества требует значительного усиления роли знаний и информации, расширения статистических баз данных и информационного пространства. Принятие управленческих решений на всех уровнях во многом зависит от информации, методов и результатов ее анализа.

Особую важность в управлении различными социально-экономическими процессами в условиях кризиса экономики приобретает изучение временных рядов экономических показателей и их прогнозирование. Статистический анализ информации, представленной в виде временных рядов, является необходимой составной частью современных экономических исследований.

С целью получения адекватных результатов анализа экономических процессов важен учет временной структуры данных, т.е. необходимо использовать специальную статистическую методологию, разработанную для анализа временных рядов и прогнозирования. Применить же все методы к одному временному ряду или к временным рядам одной сферы человеческой деятельности (например, финансовой) не представляется возможным ввиду их особенностей. Набор имеющихся методов широк, но еще более велик перечень объектов статистического исследования, каждый из которых обладает своей спецификой. Некоторые из методов развиты достаточно хорошо и являются более или менее универсальными, другие - более специализированными, требуют дальнейшей разработки, уточнения и апробации в новых условиях с целью совершенствования статистического анализа.

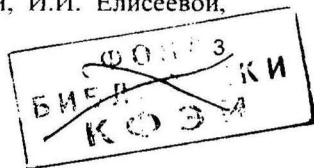
Выбор темы диссертационного исследования обусловлен следующими причинами:

- во-первых, статистические исследования необходимо направить на изучение сущности наблюдаемых явлений и процессов, на выявление скрытых взаимосвязей, т.е. на причинное понимание социально-экономических систем;

- во-вторых, необходимо развивать статистические методы анализа временных рядов в соответствии с новейшими положениями экономической теории и практики;

- в-третьих, требуется развитие статистических методик исследования новых свойств динамики: интегрированности, коинтеграции, переменной волатильности.

Степень разработанности проблемы. Исследованию временных рядов уделяется много внимания в отечественных и зарубежных работах. Основные отечественные труды по методологии анализа временных рядов принадлежат С.В. Арженовскому, В.Н. Афанасьеву, В.В. Витязеву, А.Г. Гранбергу, В.В. Глинскому, Т.А. Дубровой, И.И. Елисейевой,



И.Б. Загайтову, М.С. Каяйкиной, Г.С. Кильдишеву, Н.Д. Кондратьеву, С.В. Курышевой, Ю.П. Лукашину, А.И. Маннеле, И.Н. Молчанову, Н.А. Садовниковой, А.А. Френкелю, С.Л. Чернышеву, Е.М. Четыркину, Е.П. Чуракову, Р.А. Шмойловой, М.М. Юзбашеву.

Среди зарубежных авторов, занимающихся методологией анализа временных рядов, могут быть выделены С. Армстронг (S. Armstrong), Дж. Бокс (G. Box), Д. Бриллинджер (D. Brillinger), Т. Боллерслев (T. Bollerslev), Дж. Гамильтон (J. Hamilton), Ф. Дайболд (F. Diebold), Дж. Дарбин (J. Durbin), Г. Дженкинс (G. Jenkins), Д. Дики (D. Dickey), Р. Калман (R. Kalman), М. Кендалл (M. Kendall), Л. Килиан (L. Kilian), Д. Кохрейн (D. Cochrane), Р. Отнес (R. Otnes), Д. Поллок (D. Pollock), Д. Стоффер (D. Stoffer), А. Стюарт (A. Stuart), А. Тейлор (A. Taylor), Р. Тсэй (R. Tsay), В. Фуллер (W. Fuller), М. Хатанака (M. Hatanaka), Д. Хейс (D. Heise), Э. Хеннан (E. Hannan), К. Холт (C. Holt), К. Четфилд (C. Chatfield), Р. Шумвэй (R. Shumway), В. Эндерс (W. Enders), Л. Эноксон (L. Enokson) и др. Особо отмечают Р. Фриша (R. Frisch) и Я. Тинбергена (J. Tinbergen) в связи с тем, что в 1969 г. за разработку прикладных динамических моделей для анализа экономических процессов им была присуждена премия Шведского государственного банка по экономическим наукам памяти А. Нобеля. В 2003 г. данной премии были удостоены К. Грэнджер (C. Granger) - за методы анализа экономических временных рядов с общими трендами (коинтеграцией) и Р. Ингл (R. Engle) - за методы анализа экономических временных рядов с меняющейся волатильностью (модели авторегрессии с условной гетероскедастичностью).

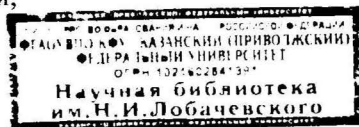
Большое разнообразие существующих подходов, методов анализа, недостаточная осведомленность специалистов об особенностях использования тех или иных методов, сложности применяемого математического аппарата создают для аналитиков трудности или даже приводят к неверным выводам. В настоящее время отсутствуют специальные работы, отражающие сравнительную оценку методов анализа, описание деталей методов и современных статистических программных продуктов.

Важное научное и практическое значение совершенствования статистического анализа и прогнозирования временных рядов, актуализации системы методов их анализа в соответствии с современными научными разработками, определили выбор темы, цель и задачи исследования.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является развитие системы методов статистического анализа временных рядов.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- 1) установить существующие предпосылки, применяемые в статистическом исследовании временных рядов;
- 2) дополнить методологию анализа одномерного временного ряда методами, повышающими качество результатов при снижении трудоемкости анализа;
- 3) усовершенствовать методику исследования взаимосвязи временных рядов, построения многофакторных моделей;



4) апробировать исследование причинности для получения качественно высоких результатов анализа временных рядов;

5) выбрать критерии оптимального прогноза, дать сравнительную оценку полученным практическим результатам.

Область исследования. Работа выполнена в рамках Паспорта специальности 08.00.12 - Бухгалтерский учет, статистика (экономические науки) в соответствии с п. 3.3 "Методы обработки статистической информации: классификация и группировки, методы анализа социально-экономических явлений и процессов, статистического моделирования, исследования экономической конъюнктуры, деловой активности, выявления трендов и циклов, прогнозирования развития социально-экономических явлений и процессов".

Объектом исследования послужили теоретические и практические разработки в области формализованного статистического анализа экономических временных рядов. Специфические разделы, такие как экспертные методы, нейропрограммирование, прогнозирование климата и демографического развития, не рассматривались.

Предмет исследования - теоретические, методологические и методические аспекты применения статистических методов в анализе временных рядов.

Теоретической и методологической основой диссертации послужили фундаментальные и прикладные работы ведущих российских и зарубежных ученых в области статистики, эконометрики, анализа временных рядов и прогнозирования, эконометрического моделирования. В исследовании использовались общенаучные методы, принцип системности, монографического исследования, единства анализа и синтеза. При апробации теоретических результатов использовались методы анализа тенденции и колеблемости временных рядов, фазовый, корреляционно-регрессионный анализ, методы анализа коинтеграции и причинности, вейвлет-анализ, двухходовое объединение, графический метод. Обработка исходной информации, моделирование и расчеты выполнены с использованием пакетов прикладных программ MS Excel, EViews 6, Stata 10, STATISTICA 8.0, MatLab 2007.

Информационная база исследования включает в себя официальные статистические данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций, Федеральной службы государственной статистики, информацию банка данных статистического портала Государственного университета - Высшей школы экономики.

Научная новизна исследования заключается в развитии существующей методологии статистического анализа временных рядов.

Основными элементами научного вклада и предметом защиты являются следующие теоретические и практические результаты:

- определены и охарактеризованы теоретические предпосылки, принципы статистического исследования временных рядов, вследствие применения которых повышаются обоснованность и точность результатов анализа;

- набор методов эконометрического анализа одномерного временного ряда дополнен локально взвешенной регрессией, фильтром Ходрика - Прескотта, вейвлет-анализом, матрицей лаговых зависимостей;

- предложено использовать двуховодное объединение при изучении синхронности колебаний временных рядов для выделения групп объектов, имеющих синхронные колебания. Апробация на фактических данных позволила определить взаимовыгодные международные направления поставок зерна, предусматривающие обеспечение продовольственной безопасности государства;

- раскрыта сущность скрытой коинтеграции временных рядов, представлены модели, рекомендуемые для работы со скрытыми взаимосвязями, что позволяет работать с нестационарными компонентами временных рядов для оценки скрытых зависимостей;

- разработана методика тестирования Грэнджер-причинности для построения причинных эконометрических моделей. В результате изучения динамики реальных инвестиций в Российской Федерации получена эконометрическая модель принципиально высокого уровня, основанная на выявленных причинных взаимосвязях;

- определены критерии выбора научно обоснованного метода прогнозирования, заключающиеся в точности результата, стоимости, экспертном суждении и других контекстно-зависимых характеристиках. Предложен и апробирован новый способ определения весов индивидуальных прогнозов в усредненном в зависимости от их точности;

- проведена классификация современного прикладного программного обеспечения, в том числе дана характеристика более чем 50 программным продуктам, применяемым в анализе временных рядов.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что содержащиеся в ней положения и выводы могут быть использованы при дальнейшем более глубоком исследовании статистической методологии. Теоретические и методологические положения, представленные в диссертации, значительно повышают возможности и качество анализа и прогнозирования временных рядов, уточняют особенности применения методов, обеспечивают глубокое понимание сущности происходящих процессов. Результаты диссертационного исследования целесообразно использовать в высших учебных заведениях при изучении курсов "Общая теория статистики", "Анализ временных рядов и прогнозирование", "Эконометрика", "Эконометрическое моделирование".

Разработанная модель динамики реальных инвестиций в основной капитал имеет практическую направленность с точки зрения ее прогностических функций, а также возможности раскрытия существующих причинных взаимосвязей в данной области.

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные положения диссертационного исследования получили положительную оценку на 57-й сессии Международного статистического института "Статистика:

наше прошлое, настоящее и будущее" (г. Дурбан, 2009), а также на различных международных, всероссийских и региональных научно-практических конференциях в городах Ижевске, Москве, Оренбурге, Санкт-Петербурге, Саратове. Автор был награжден дипломом II степени на Седьмой Всероссийской Олимпиаде развития народного хозяйства России в номинации "Продовольственная безопасность России" (г. Москва, 2007).

Теоретические положения по совершенствованию исследования временных рядов и их практическому осуществлению на статистических данных агропромышленного комплекса региона приняты к внедрению Министерством экономического развития и торговли Оренбургской области, что подтверждено соответствующим актом.

Публикации по теме диссертации. Основные положения диссертации опубликованы в 14 работах общим объемом 4,15 печ. л. (из них авторских - 3,14 печ. л.), в том числе 5 работ размещено в изданиях, определенных ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка (174 наименования) и 5 приложений. Основное содержание работы изложено на 152 страницах, включает в себя 5 таблиц и 23 рисунка.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, показана научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе "Методологические основы статистического анализа временных рядов" систематизированно изложены существующие предпосылки и этапы анализа и прогнозирования экономических временных рядов, рассмотрены теоретические основы изучения тенденции и колеблемости, а также прикладные программные продукты для анализа временных рядов и их новейшие возможности.

Во второй главе "Международный опыт в развитии методологии статистического анализа временных рядов" обосновываются различные принципы моделирования временных рядов, используемые в международной практике и рекомендованные авторами для применения. Дана оценка и приведены результаты апробации современных эконометрических методов одномерного и многомерного анализа динамики, указаны направления их дальнейшего развития.

В третьей главе "Новые методы и модели в повышении качества прогнозирования временных рядов" представлены основы продвинутых методов прогнозирования временных рядов и их апробация на практике, изложены критерии выбора оптимального прогноза. На практическом примере показаны особенности показателей точности прогноза и сравнительная оценка полученных результатов.

В заключении работы содержатся основные результаты проведенных исследований.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

Основные принципы моделирования временного ряда в международной практике

В результате изучения зарубежной литературы по анализу временных рядов выявлены принципы исследования, применение которых в отечественной методологии способствует получению более обоснованных и точных результатов анализа процессов. К таким принципам относится:

1) **обязательное предварительное изучение графика и коррелограммы исходного временного ряда.** Следует уделить особое внимание выбору нулевых точек, масштаба, типа шкалы, отображению асимптот, трендов, подписей значений, а также наложению различных графиков для повышения их аналитических свойств;

2) **использование формализованного тестирования для определения характеристик временного ряда,** если вид графика не позволяет сделать однозначные выводы. Например, значительная колеблемость или медленное затухание выборочной автокорреляционной функции затрудняют исследование ряда на стационарность. Поэтому применяются формализованные тесты и критерии;

3) **верификация использованного метода или модели на данных, не участвовавших в их спецификации и идентификации.** Так как основной целью моделирования является получение на базе имеющейся информации интерпретируемой *модели* какого-либо экономического процесса, отражение присущих связей, а целью прогнозирования - получение *прогноза* с помощью экономической модели или более абстрактных расчетных процедур, то используемые в анализе данные рассматриваются лишь в качестве средства достижения этих целей. Таким образом, важны не доскональное описание и приближение к данным выборки, а оценка общих закономерностей генеральной совокупности. Поэтому сравниваемые методы прогнозирования должны использовать лишь историческую информацию анализируемого массива данных, не выходя за его пределы.

Необходимым пунктом в реализации задачи совершенствования методологии и апробации результатов является наличие современного программного обеспечения для проведения расчетов. Многообразие статистических программных продуктов (по официальным данным Международного статистического института, их число приближается к тысяче) требует их классификации для обеспечения удобств в выборе программы.

В диссертационной работе дана характеристика и классификация более чем 50 программ (в том числе ранее не упоминавшихся в российских исследованиях), имеющих развитый функционал для исследования временных рядов.

Дополнение инструментария исследования одномерного временного ряда

Для предварительного анализа временных рядов с сильной колеблемостью предложено использовать современные методы сглаживания, позволяющие наглядно оценить наличие тенденции и характер колеблемости. Обоснование проведено с использованием месячных данных о производстве цельномолочной продукции крупными и средними хозяйствами Оренбургской области (в пересчете на молоко) за период с 1995 по 2009 г. Сглаживание с помощью локально взвешенной регрессии, сплайнов, фильтра Ходрика - Прескотта при меньших трудозатратах и объемах необходимых предпосылок позволило получить результаты, превосходящие результаты использования традиционных скользящей средней и полиномов.

Важным этапом анализа является определение устойчивости полученной модели во времени, для чего строится динамический ряд ее коэффициентов. Для модели временного ряда ежемесячных объемов производства молока в Оренбургской области

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \varepsilon_t \quad (1)$$

получены коэффициенты на двухлетних скользящих периодах (рис. 1).

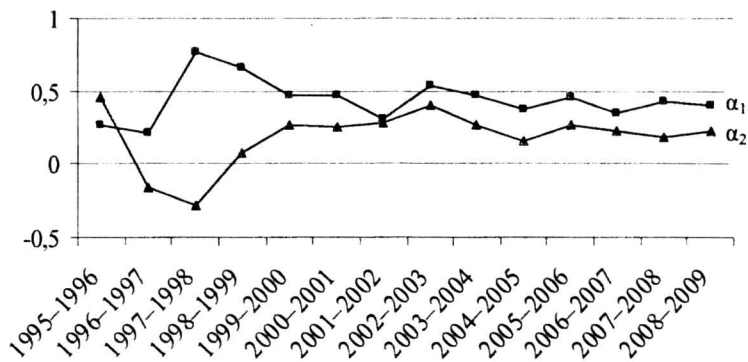


Рис. 1. Скользящие коэффициенты модели AR(2)
динамики производства молока в Оренбургской области

Из рис. 1 следует, что коэффициенты модели указанной спецификации претерпевали значительные изменения в изучаемом периоде, однако после 1999 г. зависимости вида AR(2) стали укрепляться, в связи с чем колебания значительно сократились, а скользящие значения стали близки к коэффициентам общей модели (0,47 и 0,30, соответственно). Таким образом, модель (1) обоснованно можно использовать в дальнейшем анализе.

В ходе исследования временного ряда производства молока в Оренбургской области установлено, что использование спектральных характеристик

временного ряда позволяет получить информацию, незаметную при временном представлении. Если характеристики колебаний меняются со временем (эволюционирующая сезонность, квазициклическая колеблемость), то вместо обычного преобразования Фурье и оконного преобразования Фурье рекомендуется использовать более продвинутый метод - вейвлет-анализ. Данный метод позволяет выделить высокочастотные компоненты короткой длительности с протяженными низкочастотными компонентами с локализацией их на временной оси для анализа эволюционирующей сезонности.

Результаты вейвлет-анализа динамики производства молока в Оренбургской области представлены на рис. 2.

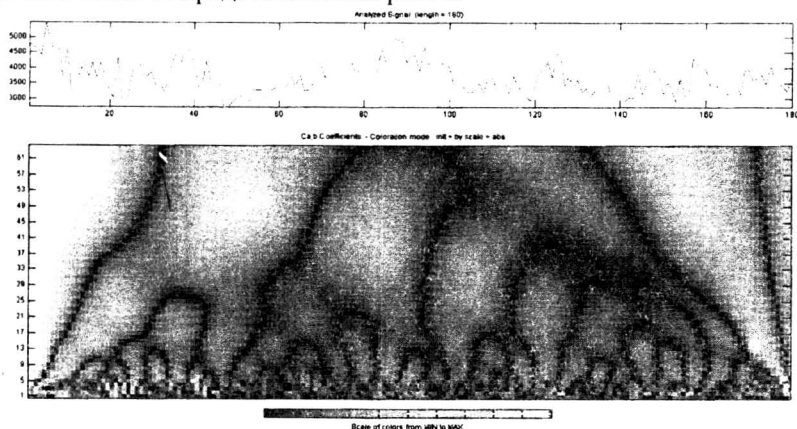


Рис. 2. Результаты вейвлет-анализа динамики производства молока в Оренбургской области в 1995-2009 гг.

Помимо самого графика, на рис. 2 с помощью различных оттенков показаны коэффициенты совпадения формы вейвлета с фактической динамикой процесса на различных уровнях частот и временных отрезках одновременно. Таким образом, выявлены колебания с периодичностью 12 месяцев на интервалах с 12-го по 36-й; с 84-го по 96-й; со 132-го по 144-й и со 166-го по 172-й месяцы. На промежутке с 60-го по 84-й месяцы период колебаний достигает двух лет (при этом однолетние периодичности отсутствуют). Коэффициенты для периодов высоких порядков не интерпретируются, так как уверенность в их достоверности невелика.

Двухходовое объединение в совершенствовании анализа синхронности колебаний временных рядов

С целью дальнейшего развития методологии изучения синхронности колебаний временных рядов нами предложена и апробирована методика двухходового объединения для выделения в исследуемой совокупности групп объектов с синхронными и асинхронными колебаниями.

Двууходовое объединение является одним из методов кластерного анализа, учитывающим при формировании групп одинаковую важность как наблюдений, так и переменных. Его применение к матрице парных коэффициентов корреляции позволяет объединить объекты, используя информацию и по строкам, и по столбцам. В матрице представлены парные коэффициенты корреляции, поэтому кластеризация проводится сразу по двум направлениям.

В результате анализа динамики урожайности пшеницы в 1961-2009 гг. в 24 странах, являющихся мировыми лидерами по производству данного продукта, выделено более трех кластеров. Первый кластер сформировали шесть стран (Болгария, Венгрия, Мексика, Польша, Румыния, Турция) с синхронными колебаниями урожайности. Урожайность пшеницы в России имеет с ними положительную, но слабую синхронность колебаний, в отличие от Ирана и Египта, урожайность пшеницы в которых колеблется в противофазе со странами первого кластера.

Ядро второго кластера составляют Дания и Франция, к которым при- мыкают Великобритания и Германия. Со странами этой европейской группы колебания российской урожайности асинхронны, что потенциально способствует развитию выгодного сотрудничества в торговле зерном.

Великобритания и Германия также входят в следующий кластер, третий участник которого - Китай. Колебания урожайности пшеницы в России и в Китае также асинхронны.

Особое место занимают Австралия и Индия, имеющие слабую (около 0,4) синхронность колебаний со странами Европы - Германией, Данией, Францией. Такие государства, как Аргентина, Бразилия, Канада и США, не имеют однозначно определенного места в каком-либо из кластеров, поэтому привлекательность сделок с ними должна оцениваться на основе других критериев.

Цена и возможность наращивания экспорта во многом зависят от объема производства зерна, который в краткосрочном периоде определяется урожайностью. Автором предложено использовать асинхронность колебаний урожайности (производства) между странами для взаимовыгодного экспортирования зерна из стран с относительно высоким урожаем в страны с относительно низким в текущем году урожаем. Перераспределение продовольственных запасов в соответствии с данным принципом способствует снижению социальной напряженности, рассматривается как инструмент диверсификации, обеспечения продовольственной безопасности и борьбы с голодом.

Теоретические основы изучения и прогнозирования скрытых коинтеграционных взаимосвязей

В статистических исследованиях под коинтеграцией понимается зависимость в уровнях двух (или более) временных рядов, которая выражается в совпадении или противоположной направленности их тенденций и случайной колеблемости.

Однако наблюдаются случаи, когда временные ряды имеют одинаковое поведение только при импульсах некоторого конкретного типа. Следовательно, если временной ряд устойчив к снижению, то его реакция на негативные изменения не будет симметрична реакции на положительные скачки. Например, розничные цены на бензин в Российской Федерации растут при повышении цены на нефть, в то время как снижение последней не обеспечивает аналогичного падения цен на бензин. В то время как подобные экономические временные ряды могут быть неинтегрированными, в их компонентах может быть заключена важная информация, необходимая для понимания их динамических взаимосвязей. Данная информация упускается обычной теорией коинтеграции, но учитывается при изучении коинтеграции компонентов данных, т.е. скрытой коинтеграции.

Указанный метод является источником большого объема дополнительной информации о динамике временных рядов, инструментом оценки долговременных взаимосвязей между неинтегрированными нестационарными временными рядами. Тем не менее, скрытая коинтеграция незаслуженно игнорируется отечественными статистиками.

Если рассматривать взаимосвязи между интегрированными накопленными положительными ($\sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+$ и $\sum_{i=1}^t \eta_i^+$) и отрицательными ($\sum_{i=1}^t \varepsilon_i^-$ и $\sum_{i=1}^t \eta_i^-$) случайными возмущениями временных рядов

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t = X_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i = X_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^-, \quad (2)$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \eta_t = Y_0 + \sum_{i=1}^t \eta_i = Y_0 + \sum_{i=1}^t \eta_i^+ + \sum_{i=1}^t \eta_i^-, \quad (3)$$

то возможны следующие основные варианты.

1. Ни $\left\{ \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+ \quad \sum_{i=1}^t \eta_i^+ \right\}$, ни $\left\{ \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^- \quad \sum_{i=1}^t \eta_i^- \right\}$ не являются коинтегрированными. Из этого следует, что X_t и Y_t также неинтегрированы, т.е. имеют различные стохастические тренды.

2. Или $\left\{ \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+ \quad \sum_{i=1}^t \eta_i^+ \right\}$, или $\left\{ \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^- \quad \sum_{i=1}^t \eta_i^- \right\}$ коинтегрированы, но не одновременно. Следовательно, X_t и Y_t имеют общие либо позитивные, либо негативные колебания. X_t и Y_t в данном случае все еще не являются

коинтегрированными, но из структуры их взаимосвязи можно извлечь больше информации, чем в первом случае. Эти сведения о скрытых коинтеграционных связях не используются, если исследователь заинтересован лишь коинтеграцией между X_t и Y_t .

3. И $\left\{ \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+ \quad \sum_{i=1}^t \eta_i^+ \right\}$, и $\left\{ \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^- \quad \sum_{i=1}^t \eta_i^- \right\}$ коинтегрированы, но с

различными коинтеграционными векторами. Временные ряды X_t и Y_t хотя и имеют общие положительные и отрицательные возмущения, но общие возмущения некоинтегрированы.

4. И $\left\{ \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+ \quad \sum_{i=1}^t \eta_i^+ \right\}$, и $\left\{ \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^- \quad \sum_{i=1}^t \eta_i^- \right\}$ коинтегрированы с одина-

ковыми коинтеграционными векторами. В данном случае присутствует один общий импульс. Это интерпретируется как наличие общего стохастического тренда для X_t и Y_t , отвечающего за их долговременное поведение в динамике. В данном случае ряды X_t и Y_t являются коинтегрированными.

Данные варианты связи, представленные К. Грэнджером, показывают, насколько специфично явление коинтеграции. Стандартная коинтеграция между временными рядами наблюдалась лишь в четвертом случае, однако в первых трех случаях степень ее отсутствия была различной. Если уделять внимание лишь четвертому случаю, то множество ценной информации может быть потеряно. Даже если временные ряды не являются коинтегрированными, изучение и использование скрытой структуры способно привести к получению усовершенствованных прогнозов.

Существуют причины, по которым не удастся найти коинтеграционные взаимосвязи между экономическими временными рядами, даже если их наличие ожидается на основании экономической теории. Среди таких причин - используемая процедура тестирования, недостаточная длина временного ряда, выбор длины лага при определении тестовой статистики, наличие структурных сдвигов.

Для случая скрытой коинтеграции К. Грэнджер представил модель корректировки ошибок, которая для третьего варианта зависимости имеет вид:

$$\Delta X_t = \gamma_0 + \gamma_1 (X_{t-1}^+ - Y_{t-1}^+) + \gamma_2 (X_{t-1}^- - kY_{t-1}^-) + \text{lags}(\Delta X_{t-1}^+, \Delta Y_{t-1}^+, \Delta X_{t-1}^-, \Delta Y_{t-1}^-) + \xi_t \quad (4)$$

и

$$\Delta Y_t = \delta_0 + \delta_1 (X_{t-1}^+ - Y_{t-1}^+) + \delta_2 (X_{t-1}^- - kY_{t-1}^-) + \text{lags}(\Delta X_{t-1}^+, \Delta Y_{t-1}^+, \Delta X_{t-1}^-, \Delta Y_{t-1}^-) + \zeta_t \quad (5)$$

где $\text{lags}(\Delta X_{t-1}^+, \Delta Y_{t-1}^+, \Delta X_{t-1}^-, \Delta Y_{t-1}^-)$ - добавочные регрессоры с различными лагами;

(1,-1) - коинтеграционный вектор величин $\left\{ \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+, \sum_{i=1}^t \eta_i^+ \right\}$;

(1,-k) - коинтеграционный вектор величин $\left\{ \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^-, \sum_{i=1}^t \eta_i^- \right\}$, $k \neq 1$;

ξ_t и ζ_t - белый шум.

Модели (4) и (5) являются более общими, чем обычные модели корректировки ошибок, так как накладывают меньше ограничений на свои коэффициенты. При этом они сохраняют свойства данного класса моделей за исключением того факта, что показывают долговременные равновесные взаимосвязи и кратковременную динамику нестационарных компонентов, а не самих временных рядов.

Таким образом, установлена "иерархия" явления коинтеграции: стандартная коинтеграция выступает частным случаем скрытой коинтеграции, в то время как скрытая коинтеграция служит простым примером нелинейной коинтеграции (рис. 3).

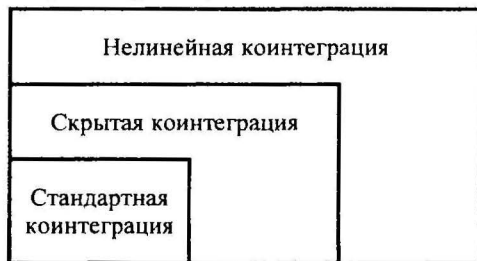


Рис. 3. "Иерархия" коинтеграции

Теоретически использование коинтеграционных отношений в моделировании и прогнозировании более предпочтительно, так как модели специфицируются в исходных уровнях временных рядов, в результате чего сохраняется информация о долгосрочной взаимосвязи, не нарушаются положения экономической теории. Однако на реальных данных точность таких прогнозов не всегда превосходит другие методы.

Методика построения многофакторной модели динамики индекса реальных инвестиций в основной капитал, основывающейся на причинных взаимосвязях

Знания о реальном взаимодействии явлений и процессов и их причинах в социальных науках очень ограничены или вовсе отсутствуют.

Многие области знаний, особенно экономика, ждут от статистики новых методик, так как статистический анализ выступает главным способом выявления причинных взаимосвязей в эмпирической информации.

В диссертационной работе представлена методика построения многофакторных моделей, основанных на причинных взаимосвязях временных рядов. Отличие данной методики от существующих заключается в использовании концепции Грэнджер-причинности, во-первых, для отбора факторов, влияющих на результат; во-вторых, для определения необходимости построения системы уравнений при наличии двусторонней связи между результативным и факторными показателями.

Рост доступности детальных статистических данных открывает большие возможности для данного подхода.

Для построения причинной модели динамики инвестиций в Российской Федерации использовались следующие показатели:

Y - индекс реальных инвестиций в основной капитал, % к предыдущему месяцу;

X_1 - индекс реального объема промышленного производства, % к предыдущему месяцу;

X_2 - среднемесячная величина денежного агрегата M2 в ценах декабря 2007 г., млрд. руб.;

X_3 - среднемесячный официальный курс доллара, руб./долл.;

X_4 - среднемесячная задолженность предприятий в бюджет в ценах декабря 2007 г., млрд. руб.;

X_5 - индекс цен на строительно-монтажные работы, % к предыдущему месяцу;

X_6 - индекс потребительских цен, % к предыдущему месяцу;

X_7 - индекс промышленного производства в электроэнергетике, % к предыдущему месяцу;

X_8 - индекс промышленного производства в газовой промышленности, % к предыдущему месяцу;

X_9 - индекс промышленного производства в нефтедобывающей промышленности, % к предыдущему месяцу.

Модель специфицировалась и идентифицировалась на подпериоде с февраля 1994 г. по декабрь 2007 г. Информация с января 2008 г. по февраль 2010 г. использовалась для проверки свойств модели и сравнения альтернативных прогнозов.

Дисперсионный анализ на уровне значимости 0,05 показал отсутствие сезонности лишь во временных рядах X_5 и X_6 ; с этой же вероятностью ADF-тест подтвердил наличие единичного корня в скорректированных на сезонность временных рядах $X_{2(sa)}$, $X_{3(sa)}$, $X_{4(sa)}$. После корректировки исходных значений на сезонные колебания (процедура "X-11") и стохастический тренд (взятие первых разностей) оценивалась

распределенная во времени корреляционная взаимосвязь между факторными и результативным показателями (табл. 1)

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между текущими значениями $Y_{(sa)}$ и лаговыми значениями факторных признаков, статистически значимые на уровне 5% (в скобках указана величина лага l)

	$X_{1(sa),l-l}$	$D(X_{2(sa)},l-l)$	$D(X_{3(sa)},l-l)$	$D(X_{4(sa)},l-l)$	$X_{5,l-l}$	$X_{6,l-l}$	$X_{7(sa),l-l}$	$X_{8(sa),l-l}$	$X_{9(sa),l-l}$
$Y_{(sa)}$	-0,169 (1) 0,221 (2) -0,190 (3) 0,269 (5) 0,196 (8) -0,228 (10) 0,199 (11)	0,166 (5) 0,184 (7) 0,178 (8) 0,165 (9) 0,184 (12)	-0,158 (0)	-0,194 (4)	0,259 (1) -0,168 (3) 0,215 (7) -0,166 (9) 0,253 (10)	-	-	-	0,198(0)

Максимальные значения лагов l использовались в тесте К. Грэнджера на наличие причинности (табл. 2).

Данные табл. 2 с вероятностью 95% подтверждают, что между временными рядами $X_{1(sa)}$ и $Y_{(sa)}$; $D(X_{2(sa)})$ и $Y_{(sa)}$; $D(X_{3(sa)})$ и $Y_{(sa)}$ существует односторонняя причинная связь по направлению к $Y_{(sa)}$, а между временными рядами X_5 и $Y_{(sa)}$ присутствует двусторонняя причинная зависимость. Причинной взаимосвязи между X_5 и другими факторами не выявлено.

Таблица 2

Результаты поиска причинности К. Грэнджера между результативной и факторными переменными

Нулевая гипотеза	Максимальный лаг	F-статистика	Вероятность
$X_{1(sa)}$ не является Грэнджер-причиной $Y_{(sa)}$	11	2,719	0,003
$Y_{(sa)}$ не является Грэнджер-причиной $X_{1(sa)}$		0,892	0,550
$D(X_{2(sa)})$ не является Грэнджер-причиной $Y_{(sa)}$	12	1,977	0,031
$Y_{(sa)}$ не является Грэнджер-причиной $D(X_{2(sa)})$		0,416	0,955
$D(X_{3(sa)})$ не является Грэнджер-причиной $Y_{(sa)}$	2	4,287	0,015
$Y_{(sa)}$ не является Грэнджер-причиной $D(X_{3(sa)})$		0,671	0,512
$D(X_{4(sa)})$ не является Грэнджер-причиной $Y_{(sa)}$	4	1,979	0,101
$Y_{(sa)}$ не является Грэнджер-причиной $D(X_{4(sa)})$		0,373	0,827
X_5 не является Грэнджер-причиной $Y_{(sa)}$	10	3,164	0,001
$Y_{(sa)}$ не является Грэнджер-причиной X_5		2,458	0,010
$X_{9(sa)}$ не является Грэнджер-причиной $Y_{(sa)}$	2	0,754	0,472
$Y_{(sa)}$ не является Грэнджер-причиной $X_{9(sa)}$		0,545	0,581

В процессе спецификации проведено объединение лаговых значений экзогенных переменных в отдельные факторы, что позволило предотвратить появление мультиколлинеарности переменных:

- среднемесячный процент роста реального объема промышленного производства в предшествующие три месяца сформировал фактор F_1 :

$$F_{1,t} = \sqrt[3]{X_{1(sa),t-1} \cdot X_{1(sa),t-2} \cdot X_{1(sa),t-3}} ; \quad (6)$$

лаговые приросты денежного агрегата M2 образовали фактор F_2 :

$$F_{2,t} = D(X_{2(sa)})_{t-5} + D(X_{2(sa)})_{t-7} + D(X_{2(sa)})_{t-8} + \\ + D(X_{2(sa)})_{t-9} + D(X_{2(sa)})_{t-12} . \quad (7)$$

В результате спецификации зависимости X_3 от Y в виде парной линейной регрессии с ошибками, имеющими структуру ARMA(1,1), получена система с обратной связью:

$$\begin{cases} Y_t = 0,749F_{1,t} + 0,002F_{2,t} - 0,965D(X_{3(sa)})_t + 0,292X_{5,t-1} + \bar{S}_i + \varepsilon_{1,t} \\ X_{5,t} = 8,237 - 0,123(Y_{(sa)t-1} - 0,928Y_{(sa)t-2}) + 0,928X_{5,t-1} - 0,774\varepsilon_{2,t-1} + \varepsilon_{2,t} \end{cases}, \quad (8)$$

где \bar{S}_i - средний показатель аддитивной сезонности для соответствующего месяца, $i = \overline{1, 12}$;

ε_1 и ε_2 - ошибки, отклонения реальных значений от теоретических.

С вероятностью 95% все коэффициенты модели (8) являются статистически значимыми, а остатки имеют нормальное распределение.

Выявленные взаимосвязи представляют собой:

- **влияние среднемесячного процента роста реального объема промышленного производства в предшествующие три месяца на индекс реальных инвестиций в текущем периоде.** Из модели (8) следует, что увеличение среднемесячного роста объема производства на 1 п. п. (процентный пункт) приведет к росту индекса инвестиций в основной капитал в среднем на 0,749 п. п.;

- **влияние роста денежной массы страны на индекс реальных инвестиций в основной капитал.** Из первого уравнения системы (8) следует, что рост фактора F_2 от его средней величины на 100 млрд. руб. вызовет рост индекса реальных инвестиций на 0,2 п. п. (также от средней величины);

- **влияние текущего прироста стоимости доллара на снижение текущего индекса реальных инвестиций.** Экономика России сильно зависит от курса американской валюты, что подтверждается результатами анализа причинности. Поэтому рост курса доллара приводит к росту уровня цен и сокращению инвестиционных расходов: увеличение фактора $D(X_{3(sa)})$ на 1 руб./долл. приведет к сокращению индекса реальных инвестиций в основной капитал на 0,965 п. п. (как и в предыдущих случаях, изменения отмеряются от средних значений показателя);

- **взаимовлияние индекса реальных инвестиций в основной капитал и индекса цен на строительно-монтажные работы.** Изучение выборочной кросс-корреляционной функции показало различную направленность взаимосвязи: положительная корреляция возникает между $Y_{(sa)t}$ и $X_{5,t-1}$, а отрицательная - между $Y_{(sa)t}$ и $X_{5,t-1}$. Увеличение индекса цен на строитель-

но-монтажные работы в предшествующем месяце на 1 п. п. обусловит рост индекса реальных инвестиций на 0,292 п. п., о чем говорит первое уравнение системы (8). Ростом инвестиционных затрат стимулируется выход на рынок дополнительных участников, предлагающих свои услуги (строительство, ремонт, пуск и наладка), в результате чего средняя стоимость таких услуг в конкурентных условиях снижается, поскольку предложение превышает спрос. Из второго уравнения следует, что рост индекса инвестиционных затрат в предыдущем месяце на 1 п. п. обусловит снижение индекса цен на строительно-монтажные работы на 0,123 п. п. в текущем периоде.

Сравнительная оценка методов и усреднение индивидуальных прогнозов с целью повышения их точности

В результате структурирования проблемы и определения цели исследования на начальных этапах определяются критерии для сравнения и выбора оптимального метода прогнозирования. Такими критериями могут быть:

- точность прогноза;
- стоимость прогноза;
- экспертная оценка аналитика;
- доступность программного обеспечения;
- свойства прогнозируемых временных рядов;
- направление использования результатов;
- другие свойства, зависящие от конкретных обстоятельств.

Обзор научных публикаций показал, что наиболее распространенным критерием является точность, которая оценивается средней абсолютной ошибкой (MAE), средней квадратической ошибкой (PMSE), средней абсолютной процентной ошибкой (MAPE) и другими показателями. Однако выбор того или иного показателя напрямую зависит от функции потерь, которой в практических исследованиях не уделяется достаточного внимания.

Таблица 3

Сравнительная оценка прогнозов индекса реальных инвестиций в основной капитал на тестовую выборку (январь 2008 - февраль 2010 гг.)

Модель (метод)	Дополнительные условия	MAE, п. п.	PMSE, (п. п.) ²	MAPE, %	K
1. Наивная	-	6,3	45,3	8,1	x
2. Тренд-сезонная	-	5,3	39,0	7,2	0,847
3. Экспоненциальное сглаживание с различными параметрами адаптации (α ; δ)	(0,020; 0,00)	5,6	35,4	6,5	0,885
	(0,016; 0,00)	5,4	35,1	6,4	0,850
	(0,012; 0,00)	5,3	34,9	6,3	0,832
4. SARMA(2,1)(1,0) ₁₂	-	5,2	43,9	6,7	0,826
5. Многофакторная	прогнозирование факторов	58,3	3442,1	73,0	9,237
	прогнозирование уровней рядов	6,2	51,2	8,8	0,983

Проведенная оценка точности прогнозов индекса реальных инвестиций различными методами показала (табл. 3), что в зависимости от формы функции потерь для прогнозирования может быть выбрана либо сезонная модель ARMA (линейная функция потерь), либо экспоненциальное сглаживание (квадратическая функция).

Коэффициент несоответствия прогнозов (K) в табл. 3 рассчитывался как отношение суммы абсолютных ошибок к сумме абсолютных ошибок наивной модели, т.е. данный показатель также предполагает, что величина ошибки и их значимость для пользователя связаны между собой линейно.

Экспоненциальное сглаживание проводилось с автоматическим определением параметров (α ; δ) при минимизации одного из трех типов ошибок (MAE, PMSE или MAPE) внутри выборки. Результаты послевыборочного сравнения показали, что минимизация MAPE позволяет получить более точные послевыборочные прогнозы (табл. 3).

Наименьшую среднюю абсолютную ошибку послевыборочного прогноза (5,2 п. п.) имеет модель SARMA(2,1)(1,0)₁₂ (табл. 3). В частности, это объясняется тем, что линейные ошибки данной модели имеют тщательно специфицированную структуру, и тем, что подробная проверка внутривыборочных ошибок на наличие автокорреляции, тенденции, нормальность распределения проходила для линейных данных (не для квадратов ошибок, например). Такой способ обработки временного ряда способствовал получению модели с наименьшими абсолютными ошибками.

Точность прогнозов по многофакторной модели, основанной на причинных зависимостях между переменными, в данном случае уступает другим методам (см. табл. 3). Это объясняется тем, что в процессе спецификации не были найдены ведущие индикаторы, позволяющие получать прогнозы без необходимости прогнозирования объясняющих переменных хотя бы при некотором ограниченном горизонте прогнозирования. Причем прогнозирование непосредственно факторов F_1 и F_2 дало результаты значительно хуже, чем вариант с прогнозированием входящих в них показателей (MAPE составила 73,0%, а линейная аппроксимация оказалась в 9,2 раза хуже наивной модели). Прогнозирование входящих в модель переменных в виде уровней временных рядов, еще не объединенных в факторы, более обоснованно, так как динамика показателей при спецификации многомерной модели исследовалась подробнее динамики факторов F_1 и F_2 . Таким образом, предварительное исследование временного ряда (его графический анализ, изучение коррелограммы, определение наличия единичных корней, сезонности, выбросов, пропущенных значений и т.д.) способствует получению улучшенных прогнозов даже при использовании автоматических методов прогнозирования (в данном случае - экспоненциального сглаживания).

Усреднение прогнозов позволяет учесть больше информации, полученной от прогнозирования различными способами. Автором диссертационного исследования предложен метод усреднения, представляющий

собой формализованную процедуру объединения прогнозов на основе показателей точности. При линейной функции потерь вес каждого прогноза в усредненном рассчитывается по формуле

$$d_i = \frac{\frac{1}{MAE_i}}{\sum_{i=1}^k \frac{1}{MAE_i}} \cdot 100, \quad (9)$$

где k - количество элементов сравнения.

В результате среди четырех усредняемых индивидуальных прогнозов наибольший вес присвоен прогнозам по модели SARMA(2,1)(1,0)₁₂, имеющим наименьшую ошибку MAE (табл. 4).

Таблица 4

Определение доли индивидуальных прогнозов в усредненном

Модель (метод)	MAE_i , п. п.	$\frac{1}{MAE_i}$	d_i , %
Тренд-сезонная	5,3	0,187	25,6
Экспоненциальное сглаживание	5,3	0,190	26,1
SARMA(2,1)(1,0) ₁₂	5,2	0,192	26,3
Многофакторная	6,2	0,161	22,1
Итого	22,0	0,730	100,0

Применение данного метода дало следующие результаты: ошибка усредненного прогноза $MAE_c = 4,9$ п. п.; $PMSE_c = 32,0$ (п. п.)²; $MAPE_c = 6,3\%$, что превосходит результаты каждой из индивидуальных моделей (табл. 3). Графически результаты представлены на рис. 4.

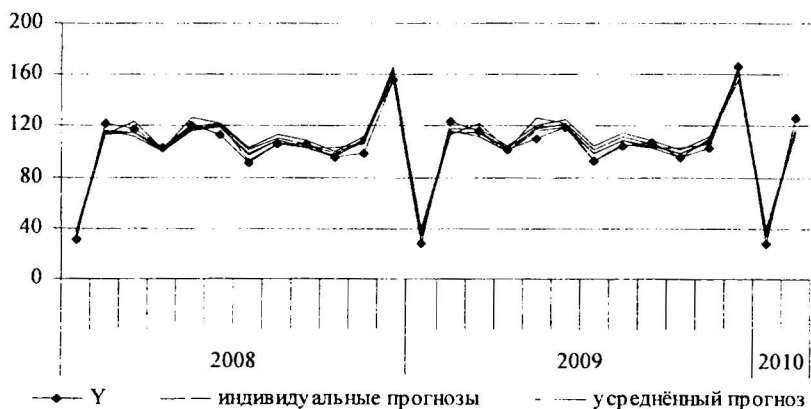


Рис. 4. Взвешенное усреднение индивидуальных прогнозов

На рис. 4 показано, что усредненный прогноз имеет лучшее приближение к фактическим послевыборочным данным, чем индивидуальные прогнозы. Однако применение усреднения прогнозов лишает аналитика таких преимуществ, как простота модели, обоснованность доверительных интервалов прогнозирования, экономическая интерпретируемость параметров.

В заключении диссертационной работы сформулированы основные выводы и рекомендации по развитию системы методов статистического анализа временных рядов, практическое применение которых способствует более глубокому, всестороннему исследованию временных рядов, получению точных, научно обоснованных результатов, прогнозов.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК

1. Любич, В.В. Статистическое исследование устойчивости животноводства Оренбургской области [Текст] / В.В. Любич // Вестн. ОГУ. - Оренбург, 2008. - № 82. - С. 80-81. - 0,09 печ. л.

2. Любич, В.В. Моделирование поведения экономических субъектов на основе понимания причинности [Текст] / В.В. Любич, В.Н. Афанасьев // Вестн. ОГУ. - Оренбург, 2008. - № 84. - С. 4-6. - 0,28 / 0,14 печ. л.

3. Любич, В.В. К методологии статистического исследования временных рядов [Текст] / В.В. Любич, В.Н. Афанасьев // Экономика, статистика и информатика. Вестн. УМО. - 2010. - № 5. - С. 9-21 - 0,86 / 0,43 печ. л.

4. Любич, В.В. Статистическое исследование динамики производства молока [Текст] / В.В. Любич // Аграрная наука. - 2010. - № 12. - С. 5-6. - 0,25 печ. л.

5. Любич, В.В. К вопросу статистического исследования взаимосвязи временных рядов [Текст] / В.В. Любич // Вестн. Самар. гос. экон. ун-та. - Самара, 2011. - № 2 (76). - С. 37-41. - 0,43 печ. л.

Статьи в других изданиях

6. Любич, В.В. Метод корреляции рядов динамики в выборе партнера по ВТО [Текст] / В.В. Любич, А.В. Афанасьева // Прикладные аспекты статистики и эконометрики: тез. докл. Всерос. науч. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов, апрель 2006 г. - М. : Изд-во МЭСИ, 2006. - С. 10-11. - 0,10 / 0,05 печ. л.

7. Любич, В.В. Применение адаптивных методов при краткосрочном прогнозировании уровня инфляции [Текст] / В.В. Любич // Актуальные проблемы социально-экономического развития России в изменяющемся мире / под общ. ред. Г.М. Залозной, С.А. Соловьева. - Оренбург : Изд. центр ОГАУ, 2006. - С. 242-245. - 0,36 печ. л.

8. Любич, В.В. Оценка и пути повышения эффективности функционирования животноводства в регионе [Текст] / В.В. Любич // Инновационное развитие АПК.

Итоги и перспективы : материалы Всерос. науч.-практ. конф. / Ижевск. ГСХА. - Ижевск, 2007. - Т. II. - С. 17-23. - 0,33 печ. л.

9. Любич, В.В. Статистическая оценка устойчивости производства продукции животноводства в России [Текст] / В.В. Любич // Актуальные проблемы бухгалтерского учета, анализа и аудита : сб. науч. тр. студентов / под ред. С.А. Герасименко; ОГУ. - Оренбург, 2007. - С. 46-50. - 0,27 печ. л.

10. Любич, В.В. Статистическое обеспечение снижения сезонности животноводческого производства [Текст] / В.В. Любич // Актуальные проблемы статистики и экономики в современной России : материалы межвуз. студенч. науч.-практ. конф. / под общ. ред. Т.И. Лариной, Е.В. Лаптевой. - Оренбург, 2008. - С. 68-71. - 0,40 печ. л.

11. Любич, В.В. Особенности методологии моделирования инновационных изменений в одномерном временном ряду [Текст] / В.В. Любич, В.Н. Афанасьев // Многопрофильный университет как региональный центр образования и науки : материалы Всерос. науч.-практ. конф. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. - С. 3054-3060. - 0,38 / 0,19 печ. л.

12. Любич, В.В. Применение метода двухходового объединения в оптимизации внешней торговли России [Текст] / В.В. Любич, В.Н. Афанасьев // Роль статистики в мониторинге социально-экономического положения регионов в условиях действия Федерального закона от 29 ноября 2007 года № 282-ФЗ "Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации" : сб. материалов интернет-конф. Саратов, сентябрь 2008 г. / Саратовстат, Саратовский государственный социально-экономический университет. - Саратов, 2009. - С. 222-224. - 0,18 / 0,09 печ. л.

13. Lyubchich, V. Two-way joining in optimization of international market strategies [Text] / V. Lyubchich, V. Afanasiev // . Statistics: Our Past, Present and Future : Abstracts of the 57th Session of the International Statistical Institute, 16-22 Aug. 2009. - Durban, 2009. - P. 492.

Любич, В. Двухходовое объединение в оптимизации международных рыночных стратегий [Текст] / В. Любич, В. Афанасьев // Статистика: наше прошлое, настоящее и будущее : материалы 57-й сессии Междунар. стат. ин-та, 16-22 авг. 2009 г. - Дурбан, 2009. - С. 492. - 0,04 / 0,02 печ. л.

14. Любич, В.В. Современные эконометрические методы анализа развития экономики [Текст] / В.В. Любич, В.Н. Афанасьев // Реструктуризация экономики: ресурсы и механизмы : материалы Междунар. науч.-практ. конф. - СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2010. - С. 129-130. - 0,18 / 0,09 печ. л.

Подписано в печать 14.05.2011.
Формат 60×84/16. Бум. писч. бел. Печать офсетная.
Гарнитура "Times New Roman". Объем 1,0 печ. л.
Тираж 150 экз. Заказ № 210.
Отпечатано в типографии СГЭУ.
443090, Самара, ул. Советской Армии, 141.

10-2